

(11)特許出願公開番号

特開平4-329875

(43)公開日 平成4年(1992)11月18日

### 技術表示箇所

8414-4K

審査請求 未請求 請求項の数13(全 7 頁)

(74)代理人 弁理士 富田 和子

(54) 【発明の名称】 スバツタデポジション装置

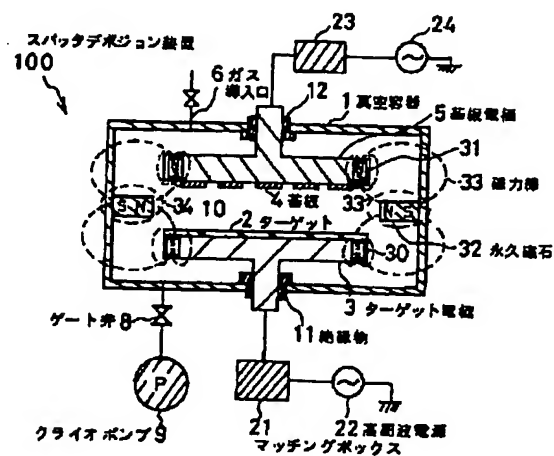
(57) 【要約】

**【目的】**基板面上にスパッタリング法により成膜するスパッタデポジション装置において、放電空間の外周部近傍に設けたカスプ状磁場によって、対向した電極で形成される空間内に生成させるプラズマの径方向拡散を防止して、プラズマ密度の向上と成膜速度の向上を目的とする。

【構成】ターゲット電極 3 と基板電極 5 の外周部近傍に配置した永久磁石 30、31 と、放電空間 10 の外周面近傍に配置した永久磁石 32 との、対向する磁極のそれぞれ極性を異極として、カusp 状 34 の磁場を形成する。

【効果】電極外周部近傍部のプラズマ密度の径方向減少割合を低減でき、プラズマ密度均一領域の拡大と成膜レート的高速化が可能である。

Figure 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ターゲット電極と、このターゲット電極に対向配置された基板電極とを備えたスパッタデポジション装置において、上記ターゲット電極の外周近傍に配置される第1の磁場発生手段と、上記基板電極の外周近傍に配置される第2の磁場発生手段と、上記ターゲット電極と基板電極とに挟まれて形成される空間の外周面近傍における、上記2つの電極の中間の位置に、この外周面に沿って配置される第3の磁場発生手段とを備えて構成されることを特徴とするスパッタデポジション装置。

【請求項2】 上記第3の磁場発生手段の磁極の極性と、この第3の磁場発生手段の磁極に対向する上記第1および第2の磁場発生手段の磁極の極性とは、互いに異なることを特徴とする請求項1記載のスパッタデポジション装置。

【請求項3】 上記第1および第2の磁場発生手段、または、第3の磁場発生手段のいずれか一方は強磁性体であることを特徴とする請求項1記載のスパッタデポジション装置。

【請求項4】 上記第1、2および3の磁場発生手段のうち、少なくとも1つは永久磁石であることを特徴とする請求項1または2記載のスパッタデポジション装置。

【請求項5】 上記第3の磁場発生手段は、中空円板状および円環状のいずれかであることを特徴とする請求項1、2、3または4記載のスパッタデポジション装置。

【請求項6】 上記第3の磁場発生手段は、複数の磁極の集合体であることを特徴とする請求項1、2、3、4または5記載のスパッタデポジション装置。

【請求項7】 ターゲット電極と、このターゲット電極に対向配置された基板電極とを、真空排気可能な真空容器内に備えたスパッタデポジション装置において、上記真空容器の外壁面近傍における、上記2つの電極の中間の位置に、この外壁面に沿って配置される磁場発生手段と、上記ターゲット電極の外周部近傍および上記基板電極の外周部近傍と、上記ターゲット電極と基板電極とに挟まれて形成される空間の外周面近傍の、上記2つの電極の中間にある上記外周面に沿った場所とを、上記磁場発生手段から発生する磁場で、磁氣的に接続するための磁路と、を備えて構成されることを特徴とするスパッタデポジション装置。

【請求項8】 上記磁場発生手段は、コイルを用いて構成されることを特徴とする請求項7記載のスパッタデポジション装置。

【請求項9】 上記磁場発生手段は2つの磁場発生手段からなり、一方の磁場発生手段は、上記ターゲット電極の外周部近傍と、上記外周面に沿った場所とを、この磁場発生手段から発生する磁場で磁氣的に接続し、他方の磁場発生手段は、上記基板電極の外周部近傍と、上記外周面に沿った場所とを、この磁場発生手段から発生する磁場で磁氣的に接続することを特徴とする請求項7または

8記載のスパッタデポジション装置。

【請求項10】 上記ターゲット電極の外周近傍に配置される第1の磁場発生手段は、内側に配置される内側磁石と、外側に配置される外側磁石とからなるスパッタリング用マグネトロン磁場用磁石であることを特徴とする請求項1、2、3、4、5または6記載のスパッタデポジション装置。

【請求項11】 上記外側磁石が形成する磁束は、上記内側磁石が形成する磁束より大きいことを特徴とする請求項10記載のスパッタデポジション装置。

【請求項12】 ターゲット電極と、このターゲット電極に対向配置された基板電極とを備えたスパッタデポジション装置において、上記ターゲット電極の外周部近傍に配置される第1の磁場発生手段と、上記ターゲット電極と基板電極とに挟まれて形成される空間の外周面近傍における、上記2つの電極の中間の位置に、この外周面に沿って配置される第2の磁場発生手段とを備えて構成され、上記第2の磁場発生手段の磁極の極性と、この第2の磁場発生手段の磁極に対向する上記第1の磁場発生手段の磁極の極性とは、互いに異なることを特徴とするスパッタデポジション装置。

【請求項13】 上記ターゲット電極の外周部近傍に配置される第1の磁場発生手段は、内側に配置される内側磁石と、外側に配置される外側磁石とからなるスパッタリング用マグネトロン磁場用磁石であることを特徴とする請求項12記載のスパッタデポジション装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、スパッタデポジション装置に係り、特に、大面積にわたって均一、かつ、高密度のプラズマを形成するのに適したスパッタデポジション装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 スパッタデポジション技術は、種々の材料の薄膜形成手段の1つとして、半導体工業を始め、殆ど全ての分野で広く利用されるようになってきている。しかし、ターゲットから放出される負イオン、 $\delta$ 電子などによる基板汚損など多くの問題がある。一般には、良く知られているようなマグネトロンスパッタ法や対向スパッタ法などが多く用いられている。

【0003】 ところが、これらの方法は、 $\delta$ 電子をトラップするために、電極の背面に設けた磁場発生手段によって、百ないし数百ガウスの磁場を形成しておく必要がある。これらの磁場はターゲット近傍だけにとどまらず、成膜基板面にも影響を及ぼし、特に、磁性膜を形成する際に、その磁性膜の磁区の形成方向に大きく影響する。さらに、スルーホットを上げるために、電極を大きくしたり、電極間距離を上げたりすると、より大きな磁界発生装置が必要となり、この結果、周囲に大きく磁場の影響を及ぼす。一方、基板上に形成される膜の内部応

3

力の低減も重要な課題である。

【0004】これらに対応する方法として、良く知られている2極電極を用いるコンベンショナルスパッタ法が、例えば、磁性膜及び磁性膜の保護用膜の形成のために用いられている。

【0005】ところが、上記コンベンショナルスパッタデポジション装置を用いた場合は、成膜速度については、他法に比べて十分ではない。この原因は、2極電極間に形成された放電プラズマの拡散を制限することが難しく、プラズマの密度がうすくなるからである。この結果、上記マグネトロン法などと比べても、数分の1程度のスパッタ速度しか得られずに、スループットが低いという問題がある。

【0006】そこで、電極の大型化により処理能力の向上が考えられたが、電極の大型化によって、二つの電極に挟まれて形成される領域から外側へのプラズマの拡散が著しくなり、プラズマの閉じ込め効率が低下するために、成膜レートが低下するとともに、電極の中心部と周辺部とにおける膜厚分布の差が大きくなるなどの問題がある。

【0007】上記問題を解決するための技術としては、特願昭62-19369に係る明細書に記載の技術がある。この技術は、電極背部に磁石を配置し、プラズマの拡散を防止する対向ターゲットスパッタ法である。しかし、この方法では、磁束が2つの電極に対して垂直方向に形成され、基板面に、垂直方向の磁場を印加したまま成膜することになるので、磁性膜等の形成には適当でない。

【0008】また、US. Pat. 3, 669, 860、および、4, 673, 482に示される技術は、真空容器内において、ヨークを基板の周囲に配置し、基板面と平行な磁場を基板面に印加しつつ、成膜させようとするものである。

【0009】また、特開平2-163373号公報に記載の技術がある。この技術は、ターゲット電極と基板電極とに挟まれて形成される空間の外周面近傍に、互いに異なる磁性的磁気装置を周方向に交互に微調整ける技術である。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】上記特開平2-163373号公報に記載の技術では、ターゲット電極と基板電極とに挟まれて形成される空間の外周面近傍に配置された磁気装置によってカスプを形成し、この空間の外周面の中央近傍におけるプラズマの拡散を防止することはできる。しかし、この磁気装置とターゲット電極との間、および、この磁気装置と基板電極との間にはカスプは形成されないため、プラズマの拡散を防止することはできない。

【0011】本発明の目的は、基板に磁場の影響を与えることなく、プラズマの閉じ込め効率を向上させて、二

4

電極間の放電空間のプラズマ密度を均一にするスパッタデポジション装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的は、ターゲット電極と、このターゲット電極に対向配置された基板電極とを備えたスパッタデポジション装置において、上記ターゲット電極の外周部近傍に配置される第1の磁場発生手段と、上記基板電極の外周部近傍に配置される第2の磁場発生手段と、上記ターゲット電極と基板電極とに挟まれて形成される空間の外周面近傍における、上記2つの電極の中間の位置に、この外周面に沿って配置される第3の磁場発生手段とを備えて構成され、上記第3の磁場発生手段の磁極の極性と、この第3の磁場発生手段の磁極に対向する上記第1および第2の磁場発生手段の磁極の極性とは、互いに異なるスパッタデポジション装置によって達成できる。

【0013】上記第1、2および3の磁場発生手段の全てを永久磁石としてもよいし、または、少なくとも1つを永久磁石としてもよい。

20 【0014】

【作用】第1の磁場発生手段の磁極と、第3の磁場発生手段の磁極との間に、磁力線が集中する。同様に、第2の磁場発生手段の磁極と、第3の磁場発生手段の磁極との間に、磁力線が集中する。この結果、ターゲット電極と基板電極とに挟まれて形成される空間の外周面近傍には、カスプ状の磁場が形成される。このため、放電空間内で生成されるプラズマ中の電子およびイオンが外側へ拡散しようとするとき、電子およびイオンの運動方向と、この運動方向に垂直なカスプ磁場成分の方向の両者に垂直な方向に、上記の電子およびイオンは磁場から力を受け、運動方向を曲げられるので、拡散しにくくなる。とともに、プラズマの再燃焼を促し、電極外周部近傍部でのプラズマ密度の急激な低下を防ぎ、かつ、成膜空間でのプラズマ密度を向上させることができる。この結果、成膜速度が向上し、スループットがよくなる。

【0015】

【実施例】次に、本発明の第1実施例を、図1、2を用いて説明する。図1は、第1実施例に係るスパッタデポジション装置100の断面図である。同図に示すように、真空容器1内には、主にターゲット2を保持し、スパッタ放電を行なわせる際には陰極となるターゲット電極3と、成膜される基板4を保持し、スパッタ放電を行なわせる際に陽極となる基板電極5とが、対向して配置収納されている。

【0016】ターゲット電極3と基板電極5とは、それぞれ、絶縁物11、12によって、真空容器1と絶縁されている。マッチングボックス21、23を介して、高周波電極22、24からスパッタ電力が供給される。スパッタ用の電極は、成膜材料によっては、高周波電源でなく直流電源でもよい。また、基板電極は、直接接地し

でもよい。

【0017】スパッタ用ガスは、ガス導入口6より真空容器内に導入される。真空容器内のガスは、真空容器の排気部に取付けたゲート弁8を介して取付けたクライオポンプ9により排気される。

【0018】本実施例の特徴は、図1に示すように、上記ターゲット電極3の外周部近傍に配置する磁場発生手段30と、基板電極5の外周部近傍に配置する磁場発生手段31と、上記ターゲット電極3と基板電極5とに挟まれて形成される空間の外周面近傍における、上記2つの電極の中間の位置に、この外周面に沿って配置される磁場発生手段32とにある。磁場発生手段としては、永久磁石を用いてもよい。また、磁場発生手段30、31は、それぞれ、電極3、5の外周部近傍の電極内部でも、外部でもいずれでも構わない。効率的点からは、内部の方が好ましい。

【0019】また、上記磁場発生手段30、31、32の磁極の極性は、対向する磁極については、異なるようにする。例えば、図1に示すように、磁場発生手段32の内側の磁極をN極にすれば、外側の磁極はS極とする。磁場発生手段32は、周方向に同一磁極であることが必要である。このようにするのは、磁場発生手段30、31からの磁力線の磁路33（図1において破線で示す。）を、磁場発生手段32の磁極に収めさせるためである。

【0020】次に、磁場発生手段32の形状を、図2を用いて説明する。図2は、磁場発生手段32の斜視図である。磁場発生手段32の形状は、図2(a)、(d)に示すように、中空円板状でもよく、同図(b)、(e)に示すように、円環状でもよく、また、同図(c)に示すように、複数の磁石の組合せた状態の集合体であって、(a)ないし(b)のような形状となっているものでもよい。

【0021】次に、本実施例に係るスパッタデポジション装置100を用いて、成膜をする場合の作用について、図8によって説明する。図8は、磁場発生手段30、31、32の作用を示す説明図であり、図1に示すスパッタデポジション装置100の右半分の磁場分布の例である。破線33は等磁位線であり、磁力線の向きを示すで示す。

【0022】プラズマを形成するには、まず、ターゲット電極3と基板電極5とに挟まれて形成される空間（放電空間10という。）に、ガス導入口6から放電用ガスを供給する。そして、スパッタ用高周波電源22、24によって、上記2つの電極3、5に電圧を印加することにより、放電空間10内には、放電プラズマが誘起される。

【0023】このとき、従来のコンベンショナルタイプの電極間放電では、放電プラズマ密度は、中心より半径方向外側に進むにつれて、急速に減少する。従って、こ

のために形成される膜も、中心ほど厚く、外側ほど薄くなり、この傾向は投入パワー密度を上げるほど顕著となる傾向にある。

【0024】しかし、本実施例に係るスパッタデポジション装置100においては、図8に示すように、放電空間10の外周部近傍部に磁力線の壁が形成されているので、放電空間10内で生成されたプラズマの放電空間10外への拡散を防止できる。その結果、放電空間10内のプラズマ密度分布を均一にすることができるので、形成される膜の均一性も良好となる。

【0025】次に、本発明の第2実施例について、図3を用いて説明する。図3は、第2実施例に係るスパッタデポジション装置200の断面図である。本実施例に係るスパッタデポジション装置200の基本構成は、図1に示す第1実施例に係るスパッタデポジション装置100の基本構成と同じであるので、その説明は省略する。本実施例に係るスパッタデポジション装置200の特徴は、磁場発生手段を配置した位置と、磁路材を設ける点にある。

【0026】磁石等の磁場発生手段35は、図3に示すように、真空容器1の外壁面近傍における、2つの電極3、5の中間の位置に、この外壁面に沿って配置される。また、図3に示すように、放電空間10の外周部近傍部に、図8に示すような磁力線の壁が形成されるように、磁路材39、40、41、42、50をヨークとして用いる。磁路材39は、真空容器1の外壁に沿って設けられている。また、磁路材40は、磁路材39と、基板電極5の外周部近傍に配置された磁路材50とを磁気的に接続する位置に配置する。また、磁路材41は、磁路材39と、ターゲット電極3の外周部近傍に配置された磁路材50とを磁気的に接続する位置に配置する。また、磁路材40は、真空室の外側に配置した磁場発生手段35と、磁路材50とを磁気的に接続する位置に配置する。

【0027】本実施例に係るスパッタデポジション装置200における磁場発生手段35からの磁力線51の作用は、放電空間10内で生成されたプラズマを閉じ込める点で、第1実施例に係るスパッタデポジション装置100の場合と同様であるので、その説明は省略する。

【0028】本実施例に係るスパッタデポジション装置200の特有の効果としては、磁場発生手段35を真空室1外に配置し、真空室内1には磁路材39等を用いたので、磁場発生手段35はプラズマの影響を受けることが無く、熱による磁場発生手段35の劣化などを防止できるという点がある。

【0029】次に、本発明の第3実施例について、図4を用いて説明する。図4は、第3実施例に係るスパッタデポジション装置300の断面図である。本実施例に係るスパッタデポジション装置300の基本構成は、図3に示す第2実施例に係るスパッタデポジション装置200

7

0の基本構成と同じであるので、その説明は省略する。本実施例に係るスパッタデポジション装置300の特徴は、磁場発生手段としてコイル36を用いた点にある。コイル36は、図4に示すように、真空容器1の外壁に沿って配置する。

【0030】コイル36を磁場発生手段として用いる結果、コイル電源42の電流値を変化させるだけで、起磁力を容易に変えられるので、カスプ磁場34の強さを、放電条件に応じて容易に変更できる。

【0031】この第4実施例に係るスパッタデポジション装置300を用いた実施例を次に示す。図4に示すように、放電空間10の外周部近傍にカスプ磁場を設けることにより、成膜速度を300Å/minから520Å/minへと約70%の高速化が可能となった。また、8インチターゲット径で、成膜分布がφ160の範囲で±19%から±3%になり、同じく3%内均一分布領域が2.5倍以上に増えた。

【0032】次に、本発明の第4実施例について、図5を用いて説明する。図5は、第4実施例に係るスパッタデポジション装置400の断面図である。本実施例に係るスパッタデポジション装置400の基本構成は、図4に示す第3実施例に係るスパッタデポジション装置300の基本構成と同じであるので、その説明は省略する。本実施例に係るスパッタデポジション装置400の特徴は、磁場発生手段として用いるコイル37、38を、図5に示すように、ターゲット電極側磁路用コイル37と基板電極側磁路用コイル38とに分け、それぞれコイル電源44、45にて独自に調節可能とした点にある。

【0033】このように磁場発生手段とするコイルを上下2系統に分けた場合の磁力線について説明する。破線55は、コイル電源44とターゲット電極側磁路用コイル37とによって、磁路材56内に励起される磁束の磁力線を示す。同様に、コイル電源45と基板電極側磁路用コイル38とによっても、磁束が励起される。すなわち、上、下コイル37、38の強さを、電源44、45によって、独自に調節可能なので、種々のプロセスモードに応じた磁場形状と磁束密度とを得ることができる。また、プロセス条件に応じて、放電状態を監視し、調整が可能である。

【0034】次に、本発明の第5実施例について、図6を用いて説明する。図6は、第5実施例に係るスパッタデポジション装置500の断面図である。本実施例に係るスパッタデポジション装置500の基本構成は、図1に示す第1実施例に係るスパッタデポジション装置100の基本構成と同じであるので、その説明は省略する。本実施例に係るスパッタデポジション装置500の特徴は、カソード側磁場発生手段を、スパッタリング用マグネットで共用させた点にある。図6に示すように、カソード側磁場発生手段としてターゲット電極3の外周部近傍（図6では、磁場発生手段を強調して示したので、外

8

周部近傍に示されていない。）に、2つの永久磁石61、62等の磁場発生手段を配置する。

【0035】上記2つの永久磁石61、62の作用について説明する。この永久磁石61のS極からは、永久磁石62のN極へ磁束が向くとともに、永久磁石61のN極へも磁束64が向く。この永久磁石61のS極からN極へ向く磁束64は渦流磁束とよばれ、マグネトロン磁場には寄与しない。しかし、図6に示す位置に永久磁石63を配置することにより、この渦流磁束64の一部を収めることができるので、放電空間10の外周部近傍に磁気の壁を形成できる。この結果、放電空間10内で形成されたプラズマが、放電空間10の外側へ拡散することを防止できる。

【0036】また、上記効果を均すためには、永久磁石61の発生磁束を、永久磁石62の発生磁石より大きくしておくことが必要である。

【0037】次に、本発明の第6実施例について、図7を用いて説明する。図7は、第6実施例に係るスパッタデポジション装置600の断面図である。本実施例に係るスパッタデポジション装置600の基本構成は、図6に示す第5実施例に係るスパッタデポジション装置500の基本構成と同じであるので、その説明は省略する。本実施例に係るスパッタデポジション装置600の特徴は、基板電極5の外周部近傍に磁場発生手段を配置しない点にある。同図に示すように、基板電極5の外周部近傍に磁場発生手段を配置しなくても、図6に示すスパッタデポジション装置500の場合に近い効果は可能である。従って、基板電極5の構造を簡単にできるという効果がある。

【0038】

【発明の効果】本発明によれば、放電空間の外周部近傍に磁気の壁を形成できるので、電極内の放電プラズマ密度を高め、かつ、均一に保持することができる。この結果、成膜レートの向上、即ちスループットの向上がはかれる。また、大面積放電電極についても、極めて良い分布で成膜が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例に係るスパッタデポジション装置100の断面図

【図2】磁場発生手段の斜視図

【図3】第2実施例に係るスパッタデポジション装置200の断面図

【図4】第3実施例に係るスパッタデポジション装置300の断面図

【図5】第4実施例に係るスパッタデポジション装置400の断面図

【図6】第5実施例に係るスパッタデポジション装置500の断面図

【図7】第6実施例に係るスパッタデポジション装置600の断面図

9

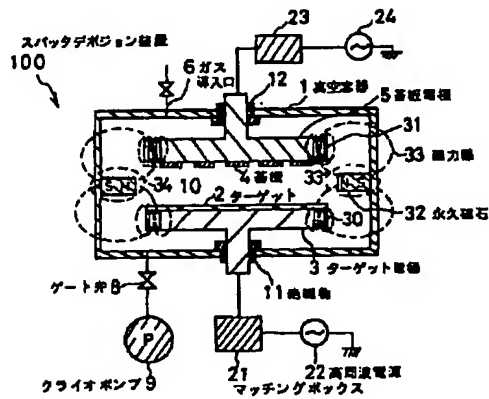
【図8】 磁場発生手段の作用を示す説明図

【符号の説明】

1…真空室、2…ターゲット、3…ターゲット電極、4…基板、5…基板電極、6…ガス導入口、10…放電空間、30、31、32、61、62、63…永久磁石、33、64…磁力線、36…コイル、37…ターゲット電極側磁路用コイル、38…基板電極側磁路用コイル、44、45…コイル電源、39、40、56…磁路材。

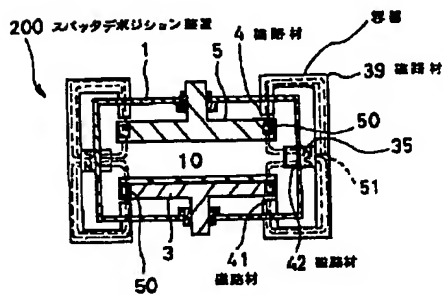
【図1】

図 1



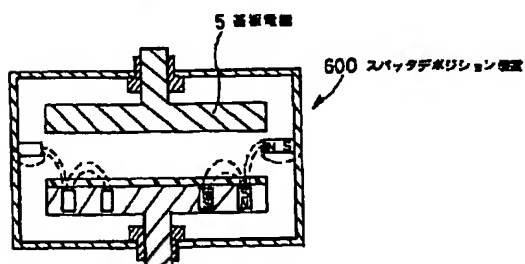
【図3】

図 3



【図7】

図 7

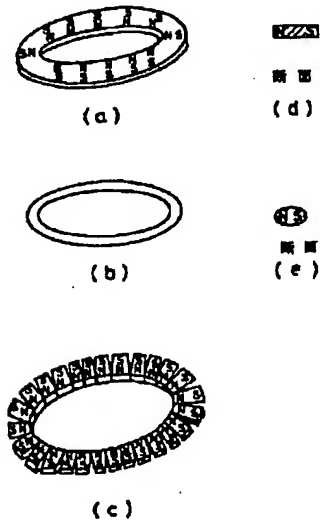


10

間、30、31、32、61、62、63…永久磁石、33、64…磁力線、36…コイル、37…ターゲット電極側磁路用コイル、38…基板電極側磁路用コイル、44、45…コイル電源、39、40、56…磁路材。

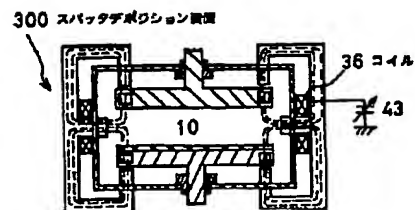
【図2】

図 2



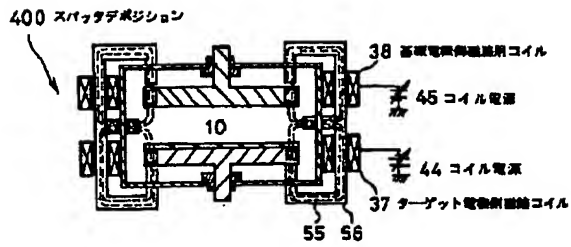
【図4】

図 4



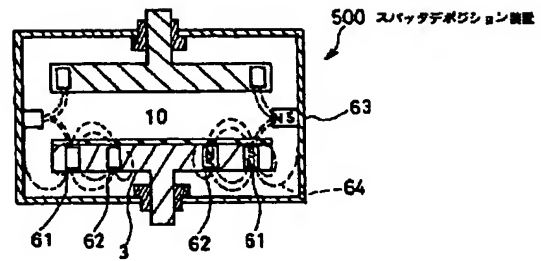
【図5】

図 5



【図6】

図 6



【図8】

図 8

